

钢管史话

斯蒂弗尔穿孔机

——《无缝钢管百年史话》(4)

摘 要 对比分析了斯蒂弗尔穿孔与曼内斯曼穿孔的工艺技术特点。曼式穿孔机(带曼式穿孔轧辊的斜轧机)出现过单锥式、双锥式或桶式、带反锥的轧辊三种辊型。斯蒂弗尔工艺采用错开型盘式穿孔机,工件不受扭变,轧辊有锥式、圆盘式和桶形三种型式,斯蒂弗尔穿孔机对曼式工艺作了相应改进。简介了斯式与曼式工艺的诉讼情况。

关键词 斯蒂弗尔穿孔机 曼内斯曼穿孔机 工艺特征 轧辊辊型

1 概述

1887年,曼内斯曼家族接受了英国威尔士 Swansea 郊区 Landore 的 Siemens 炼钢厂,该厂产品原是薄板、型钢和装甲板,后该厂命名为英国曼内斯曼钢管公司⁽¹⁾。1888年年末,在瑞士工程师 Julius Pfau⁽²⁾的指导下,该厂钢管车间开始生产。Pfau 先生聘请另一位工程师 R·C Stiefel⁽³⁾从瑞士到该厂工作。Stiefel 最初负责设计室,后任车间工程师,主要管辖区是钢管车间,至1894年去美国之前一直在 Landore 的曼内斯曼钢管厂工作,去美国后即取得一项斜轧穿孔设备的专利,据 Gilbert Evans⁽⁴⁾称:“斯蒂弗尔成为曼内斯曼最强有力的竞争对手。他在英国、德国申请专利后,由曼内斯曼挑起的长时间的法律诉讼以斯蒂弗尔的胜诉而告终⁽⁵⁾。他被称为无缝钢管市场营销先锋,以前钢管是从英国进口的。”

在顾及曼内斯曼专利的前提下,要讲清楚斯蒂弗尔如何获得一项有法律效力的专利权,须加以解释,说明曼内斯曼工艺从最初构思、披露直至修改以后以适应批量生产的完整的发展过程。最早在美国公开发表的曼内斯曼设备装置的图示是用来说明1887年10月15日刊登在“American Machinist”杂志上的一篇文章。该文示出了5幅图⁽⁶⁾。图1、2示出了轧辊表面的螺旋状扭变,这是曼内斯曼在所有早期专利申请书中阐明的轧辊设计的特

征(图1中穿孔顶杆的钝头足以说明起减缓中心部分沿轴线前进作用的 holding back bar⁽⁷⁾)。图3示出盘式轧辊,它对穿孔坯起到扩径减壁的作用。图4示出类似的轧辊,它和穿孔机联在一起工作,在一次操作中完成穿孔和扩径工序。以上各机组的操作是否都成功地为曼内斯曼使用过没有证明。图5所示为盘式穿孔机,曾成功地使用过,这种穿孔机虽被称为盘式穿孔机,实质上已是锥辊式穿孔机了。

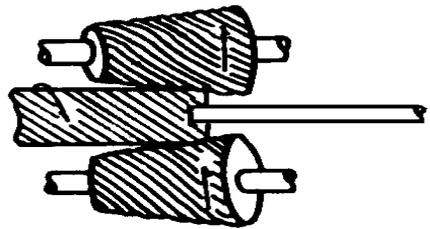


图1 轧辊表面的螺旋状扭变(一)

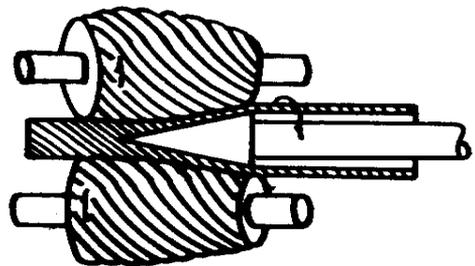


图2 轧辊表面的螺旋状扭变(二)

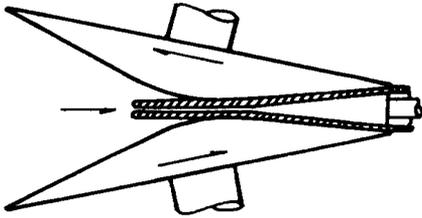


图3 盘式轧辊示意 (一)

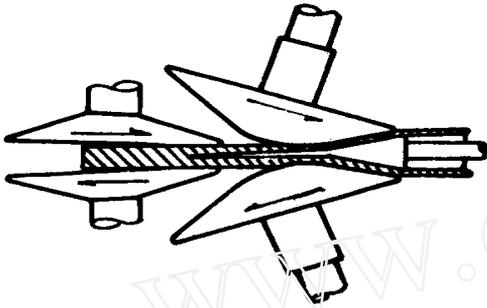


图4 盘式轧辊示意 (二)

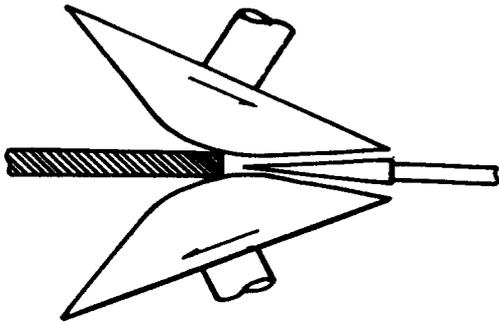


图5 盘式穿孔示意

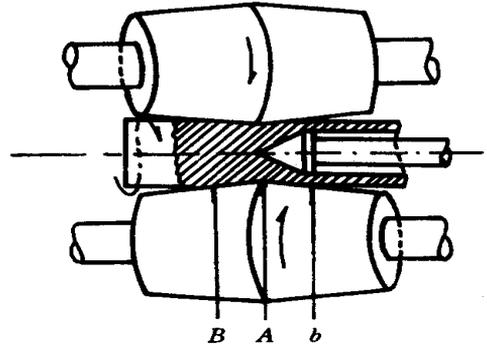


图6 曼内斯曼穿孔轧辊示意

穿孔的表面速度在A 点为最小, 在B 和b 点为最大。这就是曼内斯曼确认的带锥度的轧辊产生过多的扭变的原因⁽⁹⁾。在采用桶式轧辊的穿孔机上, 管坯在入口侧, 由B 点至A 点受到扭变, 而在出口侧, 由A 点至b 点则被反扭。

这种桶形辊经受了多年的考验, 现今大部分的无缝钢管厂采用这种类型的轧机穿孔。导入这种轧辊时, 在持反对意见的斯蒂弗尔和曼内斯曼之间的争论几乎已达白热化。所以, 我们知道配置桶式轧辊的穿孔机受到论敌的批评, 有的人评论道: “曼内斯曼最终采用桶式轧辊以克服扭变, 与两端比较, 中间具有较大的辊径, 设想一侧可以消除另一侧的作用, 开始时轧辊孔型的收敛所造成的扭变可以被另一侧的扩散所造成的反扭所抵消。” “但是这只会使事情变得更坏, 变形金属先以某一种形式被扭变, 然后被扭转回来, 假如开始时在一侧造成一条折叠线, 它只会被另一侧扩大而恶化, 是缺陷的加倍而不是消除。”

曼内斯曼专利的一个薄弱环节, 是他们认为其设备给外层表面以螺旋状的绳索般的扭变。斯蒂弗尔设想的是如图7所示的错开型盘式穿孔机, 他指出这种穿孔机的优点是: 工件不受扭变⁽¹⁰⁾。对示意图进行分析, 可以看

1885~ 1892年间, 曼内斯曼曾有许多专利被获准, 其中大部分涉及轧辊形状和布置, 轧辊形状包括盘式辊和锥形辊。曼内斯曼改造钢管厂后, 他们发现早期的轧机设计不能生产商品管, 需要补做试验, 为此花了不少资金和时间, 最终, 轧机设计采用众所周知的如图6所示轧辊的曼内斯曼穿孔机⁽⁸⁾。

由图6可见, 轧辊表面最大速度出现在A 点, B 点和b 点的速度要小一些; 相反工件

到：管坯进入轧机时与盘A的最小直径和盘B的最大直径相接触，而在出口侧的情况则与此相反。斯蒂弗尔称：盘式轧辊工作表面配置的原则，是给予处于两个轧辊之间的并承受它们的力能作用的管坯的每一部分，以近乎均匀一致的旋转速度，从而对管坯产生一个拖曳作用，并且当直径发生改变时，穿孔过程中的管坯，或穿孔坯中的纤维的纵向排列，或者说纤维之间的关系不会发生什么实质性的改变。

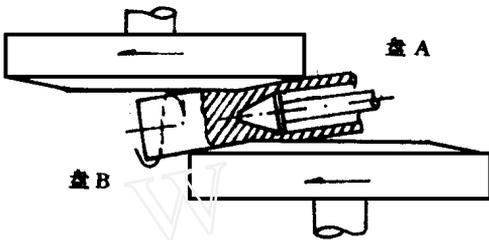


图7 错开型盘式穿孔机示意

这种穿孔机可以穿孔而不发生扭变，但还是可以对工件施加扭变。曾任Ohio, Shelby Steel Tube Co. 的工程师，后任Greenville, Elkwood 市钢管厂车间主任的J.J.Dunn⁽¹¹⁾曾说：“采用错开型盘式穿孔机，可以通过调整孔型和穿孔顶头的位置，以避免管坯发生扭变；但通过调整也可以使其仅仅发生向右或向左的扭变。”⁽¹²⁾

值得一提的是发生在1905年的Shelby Steel Tube Co. 和 Delaware Seamless Tube Co. 的诉讼案⁽¹³⁾。前者状告后者侵犯斯蒂弗尔的专利权，而Delaware Seamless Tube Co. 辩护词的重要论点是：他们这台穿孔机对工件产生扭变，而斯蒂弗尔穿孔机则不发生扭变。关于这一点，法官在作出有利于原告的判决时说：“据说被告的穿孔机穿孔时工件发生扭变（这一点似仍被视为优点，因为它可以发现缺陷，省去挑出废品的工作），而且声称

从产品的角度看，两台穿孔机是不一样的。发明者辩称，在专利局是用最终产品将他的穿孔机和别的穿孔机加以区分的，并以此来确定机器特征。凭着对这台穿孔机可以生产的产品说明，他取得了专利。现在他把事情和无扭变的管子联系起来，并称，假如被告的穿孔机在未加以特别处置的情况下运转而不生产无扭变的管子，则不构成侵权。如已经说明的那样，专利权不是按照产品，而是针对对生产产品的机器设备而授与的。要达到的目的和为达到此目的而采取的手段，两者是要仔细的区别开的。反之，发明的目的是不出现扭变，而可能宣称，机器并未作避免出现扭变的安排，也并不是那么实际操作的，从而认为不属于本案范围，那是合乎道理的。而另一方面，机器结构实际上是完全一样的。为了某种设计上的原因，使得运作的结果有所改变，则不能被接受作为判案的准则。”

“这恰恰就是上述案例的情况，假如就扭变而言，被告所生产的管子并不是它所能做到的那样，这是‘非不能也，而不为也’的结果。”

斯蒂弗尔穿孔机受到了广泛的称赞，这一专利在美国和欧洲根据特许权使用费的原则广泛地被应用。斯蒂弗尔对斜轧穿孔的各种可能性进行了认真研究，除了他们的著名的23702号专利⁽¹⁴⁾以外，对穿孔这一专题又提出了多项专利申请。其中有公布于1897年的30449号专利⁽¹⁵⁾，包括可能是第一台真正的锥辊式穿孔机⁽¹⁶⁾（图8），就此，申请人提出：“如箭头所示，锥形辊A和B以相同方向旋转，轧辊轴及其工作侧的边线向同一点收敛，并相交于轧制中心线上的共同点C。”如轧辊是圆柱体或具有不变的直径，在被咬住的具有较小直径的管坯部分和具有较大直径的部分相比，有必要施以较高的回转速度，这就会产生管坯的扭变。采用如图8所示的锥形辊，轧辊绝不会使管坯产生扭变，而且在轧辊和管坯之间的收缩表面不产生滑移，在孔

型的收敛侧会产生管坯直径的逐渐减缩, 可以看到轧辊直径也以和管坯直径减缩相同的比例逐渐减少, 管坯的较大直径部分被轧辊的较大直径部分咬住, 而管坯的较小直径部分被轧辊按比例地缩减的直径部分咬住, 因此被轧辊咬住的管坯的每一部分都具有绝对相同一致的旋转速度。这是由于使两个轧辊和工件表面的轴线向孔型轴线上一个共同点收敛的缘故。”

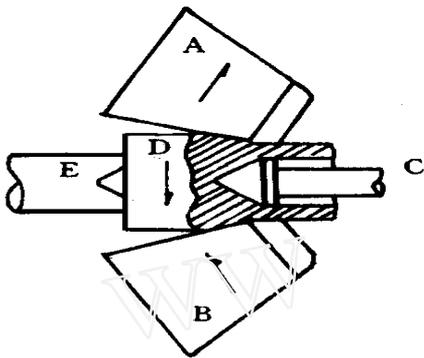


图8 锥辊式穿孔机示意

这一想法令人钦佩, 只是有一个缺点, 当锥形辊的轴线以及工作表面的轴线向孔型轴线上一个共同点收敛并相交, 锥形辊可以使工件转动而且既无扭转, 也无滑移, 但是就是不能前进不能喂入, 这不是斜轧。

专利申请者认识到这一点, 他说: “如图8所示的轧辊对工件D 施加回转运动, 至于将管坯推向、推过穿孔顶头是由液压柱塞E 或其他方法来完成的。”

就我所知, 从未建造过完全按上述方式设计的穿孔机。如图9所示, 发明者提出用同样的锥形辊, 但其布置方式如下所述: 在下一个示意图(图9)中相对于轧制中心线, 轧辊以相反方向倾斜, 以致轧辊本身能使管坯产生前进运动, 而不用借助于液压柱塞或其他机械设施使管坯通过轧辊孔型, 并越过顶头。”

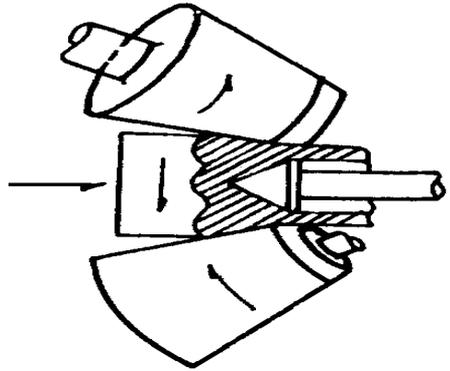


图9 锥形辊穿孔机示意

这是斜轧, 这种装置能使工件向前喂入。

斯蒂弗尔在1898年的一个专利中, 采用圆盘式辊而不是锥形辊作为其基本想法⁽¹⁷⁾。这种类型的穿孔机⁽¹⁸⁾首先由斯蒂弗尔和 Nicholson 于1899年组建的 Standard seamless Tube Co. 所使用⁽¹⁹⁾。这台穿孔机和图5所示的曼内斯曼穿孔机很相似。斯蒂弗尔是个出类拔萃的人。尽管他在英国曼内斯曼钢管厂工作时有机会研究、分析穿孔机的运行状况, 但是他没有作试验以证明自己的理论的机会, 当时他就对改进曼内斯曼穿孔工艺过程有所构思, 这种想法足以打破曼内斯曼对斜轧穿孔工艺的垄断, 后来, 他才获得专利, 按自己的想法建造一台工作得很好的斯蒂弗尔穿孔机⁽²⁰⁾。关于他何时对锥辊式穿孔机进行构思, 曾经做过什么试验以证实其理论的正确, 均缺乏证据, 但是他获得了专利, 建造了轧机, 而且轧机工作得很好。以下历史事实, 是值得深思的:

20世纪20年代初, 宾州 Beaver Falls 的 Babcock & Wilcox Tube Co. 在5年的时间内进行了一系列的试验, 以决定该厂建立什么样的最好的穿孔机。试验轧机是1台小型轧机, 其轧辊轴可以在水平或垂直平面内调整。通过试验, 发现锥角为60°的锥辊式穿孔机具有下列优点: 对每穿孔一立方英尺的金属

来说所需马力最小; 穿孔坯表面光洁、壁厚均匀; 不像一般斜轧穿孔机那样, 对管坯钢种的要求不那么严格; 对穿孔机轧辊和穿孔坯来说, 可以更好地接近理想的表面速度关系。

斯蒂弗尔的锥辊式穿孔机, 在1897年没有进行任何试验的条件下, 将最佳锥角设想为 56.5° 。

2 注释

(1) 曼内斯曼的材料称为“British Mannesmann Tube Comp Ltd”。

(2) 瑞士人, 曾在几个早期的曼内斯曼钢管厂工作过。最初, 由 Sulzer 到德国参加斜轧穿孔机的试验; 1887年 Remscheid 钢管厂投产主管生产, 后去 Landore 厂主持开工; 1892年接替卡尔·曼内斯曼任该厂厂长, 第二年由于健康原因返回德国; 1894年以后在 Bous 钢管厂主管技术工作。

(3) R·C Stiefel 在世界无缝钢管发展史中的地位仅次于曼氏兄弟, 他一生的努力都与无缝钢管的发展有关。他于1862年2月17日生于瑞士奥利康市, 在奥利康机械制造厂接受了技术培训, 1881年毕业于苏黎世技术大学; 起初在瑞士缫丝厂工作, 后受雇于一家法国公司担任制图员; 1888年回苏黎世在 Esher Wyss 公司任制图员, 后由 Pfau 推荐, 到德国曼内斯曼钢管厂工作, 先后在 Remscheid 和 Komotau 钢管厂工作过。他在 Komotau 遇见了瑞士同胞 Aloys Fassel (Fassel 轧机的发明者), 于1889年10月到英国 Landore 钢管厂, 在 Pfau 领导下, 任设计科科长。Stiefel 于1894年夏访问美国, 遇见了 Lozier, Lozier 答应帮他在不久的将来重返美国, 当时 Stiefel 就有对另一种斜轧穿孔工艺申请专利, 以打破曼氏兄弟的垄断的想法。Lozier 对这一设想的重要意义反应敏捷, 他安排 Stiefel 返回英国威尔士, 结束在 Landore 的业务, 并尽快返回美国。Stiefel 设

计了1台盘式辊穿孔机, 并申请了专利。1895年专利获准, 并指定给予 Elkwood Weldless Tube Co。设计制造工作始于1894年11月, 于1895年6月穿轧出第一根管坯。

1897年 Elkwood Weldless 被 Shelby Steel Tube Co 兼并时, Stiefel 在新公司设计处工作。1898年 Poensgen 在美国认识了 Stiefel, 促使 Stiefel 在斜轧技术方面的突破与 Heer 对两重式轧管机所作的改进结合起来, 在 Shelby Morse Wilkstrom 小组试验的基础上, 发展了现代 Stiefel 轧管机——自动轧管机组。美国的两重式轧管机诞生于1903年, 他又作了一些重大改进, 使上轧辊和回送辊快速调整, 由于机械化水平比较高, 因而获得“自动轧管机”称号。他在1899年辞去在 Shelby 的工作和 J.H. Nicholson 组建了 Standard Seamless Tube Co., 并在宾州 Elkwood city 建造钢管厂, 1901年 National Tube Co 购进 Standard Seamless Tube Co., 他一直在该公司工作到1912年。1902年秋他在 Pa, Elkwood city 组建 Standard Eng Co., 以制造无缝轧管设备, 进一步完善了 Stiefel mill, 使之成为现代化的轧管机。这个公司于1926年和 Ohio, Warren 的 Aetna Foundry & Machine Co 合并成立 Aetna Standard 公司, 他任副总裁, 直到1932年退休, 1938年3月15日在佛罗里达州彼得斯堡的“冬屋”逝世。

(4) 30年代中, Gilbert Evans 先后在“Metal Industry”, “Engineering”, “Iron & Steel Industry”, “Metallurgia”等杂志上发表文章, 论述无缝钢管生产工艺的发展, 介绍新的轧管工艺。他的观点显然是抑“曼”扬“斯”, 为两者专利诉讼中斯蒂弗尔胜诉, 打破曼内斯曼垄断而喝彩。

(5) 在早期的无缝钢管生产技术发展过程中, 有三次关于斜轧穿孔工艺的专利诉讼案: 1888~1890年发生在 Dyson Bakewell 和 Mannesmann 之间; 1894~1895年, 发生在 Mannesmann 和 Stiefel 之间; 1905~

1907年, 发生在 Shelby 和 Delaware 两公司间。第一次专利案在有利于曼内斯曼的情况下解决了。第三次专利案 Shelby 状告 Delaware 侵权, 并赢了这场专利诉讼。最复杂的是第二次, 发生在两位无缝钢管工艺大师之间, 是对无缝钢管工艺技术发展颇有影响的一次, 美国的资料籍 Gilbert Evans 的文章说出了如下三点: 这场诉讼, 曼内斯曼是原告; 拖延时间很长; Stiefel 胜诉。原书作者在另处说到曼内斯曼放弃单锥式轧辊而采用桶式辊, 更给人以如下印象: 曼内斯曼在工艺技术上输了。这场诉讼的结果, 使斯蒂弗尔穿孔机在世界范围内站稳了脚跟, 从此钢管界出现了曼内斯曼穿孔机和斯蒂弗尔穿孔机的说法。

(6) 1887年5月即第一根穿孔坯诞生后9个月, G·H Babcock 在纽约 A S M E 会议上作了题为“On a new method of making Tubes from solid bars”的报告, 引起钢铁和机械工业界的注视, 10月“American Machinist”摘要发表了这篇文章, 这也是曼氏兄弟关于斜轧穿孔工艺简单情况的首次披露。

(7) 早期对穿孔机顶头作用的理解仅为减缓中心孔腔的轴向发展, 故称之为“holding back bar”。

(8) 曼式穿孔机(带有曼氏穿孔轧辊的斜轧穿孔机)的发展过程中出现过三种辊型: 单锥式轧辊(最初设想的辊型, 图10); 双锥式或桶式轧辊(经典式曼式穿孔辊型, 图11), 是接受斯蒂弗尔意见后的改进型, 德国 A achen 大学教授 Grüner 称这种辊型适合穿轧壁厚较薄的空心坯, 而不采用“经典式”的说法; 带反锥的轧辊(图12), 德国 Eicken 博士称之为经典的曼式穿孔轧辊辊型, Grüner 称之为适合穿轧壁厚较厚的空心坯的辊型。

(9) 过去认为扭转变形是由于轧辊和管坯运动不一致造成的, 因为在变形区中 d_x / D_x (d_x - 管坯直径, D_x - 轧辊直径) 不是一

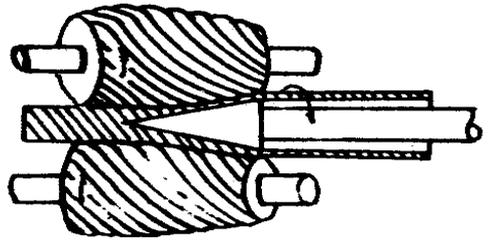


图10 单锥式轧辊示意

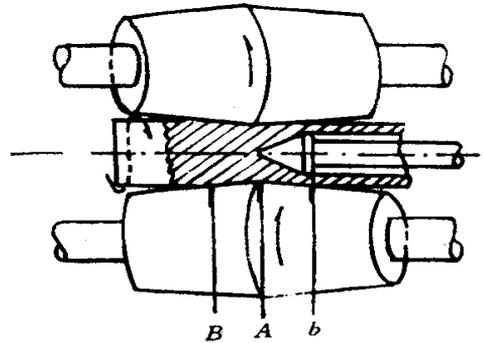


图11 双锥(或桶式)轧辊示意

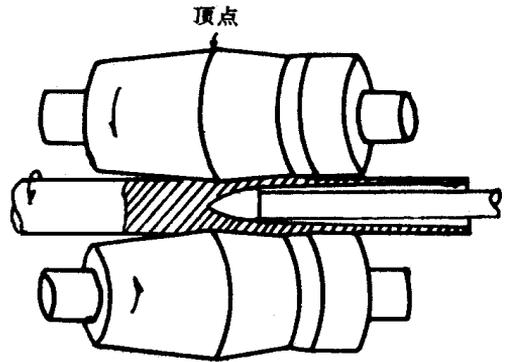


图12 带反锥的轧辊示意

个常数, 但只能说扭变是由此而引起的。扭转变形不是单一的运动学因素, 较为复杂。它与金属总变形, 特别是横向变形有着密切的关系。金属变形是主要的影响因素, 包括扩径率、管材周长变化率、顶头上变形分布状况、

减面率、椭圆度、毛管壁厚等，而周长变化和减面率(延伸系数)的影响更为显著。因此，要获得较小的扭变，应有较小的周长变化率，即尽量取小的扩径值。

(10) 斯蒂弗尔在其第一个专利中称，他采用两个平行的圆盘式轧辊，经过这种轧机穿孔的管坯不会出现曼氏穿孔机中所出现的金属扭转变形。而曼氏兄弟却认为斜轧穿孔工艺过程给管坯外层纤维以扭转是该工艺的优点。直到进入19世纪90年代很久，他们仍在继续利用这一“螺旋状的似绳索般的纤维扭转的优点”，并利用“唯一具有螺旋纤维状的管子”作为商业广告。

由于外层纤维的扭变是曼氏兄弟穿孔工艺过程所固有的，这似乎是利用这一“优点”的经典形式，而且始终为他们所坚持，直到斯蒂弗尔指出过度扭变和表面缺陷存在着某种联系时为止。此后不久，曼氏兄弟于1895年放弃了在穿孔机上采用单锥式轧辊辊型，而采用双锥式或桶式辊型，自此后者被确认为曼式穿孔机的经典式辊型。

(11) Greenville 厂在1898年将锥辊式穿孔机和盘式穿孔机联用以实现二次穿孔，但并不成功。稍后，1900年元月 Elwood 又将锥辊式穿孔机和可逆式顶头轧机连用。所以 J. J. Dunn 对此是有实际经验的，他于1912年撰文论述锅炉管的生产。

(12) 前述扭变是由 d_x/d_x 比而引起的，但是不能仅从运动学的角度看问题。斯蒂弗尔说，错开型盘式穿孔机穿孔时不发生扭变只是从运动学这一角度而说的。J. J. Dunn 即指出其他的影响因素，认为可以通过孔型调整和顶头位置的配置而“避免管坯发生扭变”或“发生某一旋转方向的扭变”，这一说法比较正确，但也看出他们两者的观点是不同的。

(13) Shelby 和 Delaware 的这场专利诉讼，除了“扭变”这一点外，还有一段轶闻：Auburn Nut & Bolt 的老板 Driscoll 先生，在

1896年决定不再做 Nut 和 bolt 的生意后，就安装轧机设备以生产无缝钢管，并称该设备是采用国产钢生产无缝钢管的第一台轧机，曾派职工 John Morrison 去 Greenville 厂谋职，然后回厂设计了穿孔机，安装在 Auburn 的车间内，这可能是真实的。因为 Shelby 状告 Delaware 侵权，并赢了这场专利诉讼，而 Delaware 在1907年将斯蒂弗尔盘式穿孔机改为设有曼内斯曼双锥式轧辊的穿孔机。

(14) 该专利是 Stiefel 在1895年申请的。

(15) 该专利是 Stiefel 在1897年申请的。

(16) 德国 Oberem 先生在“近15年斜轧穿孔机的发展”一文中曾讲到80年代初投产的2台锥辊式穿孔机(即曼内斯曼钢管公司及住友海南钢管厂分别于1981, 1982年安装投产的2台穿孔机，他称之为“锥辊式穿孔机的复活”。接着 MDM 的 Voswinkel 博士于1991年著文论述锥辊式穿孔机的发展，称“斜轧穿孔工艺有两个负面现象”，即“工件的扭变和发生在穿孔坯管壁的切向和纵向剪切变形，在锥辊式穿孔机中得以大大减弱，甚至避免”。并以图13对桶式辊型斜轧穿孔机和锥辊式穿孔机作了对比。

通过穿孔机轧辊的锥角和可调的送进角的各种配合，对穿孔时的剪切变形能施加很大的影响，显然置有桶式轧辊的穿孔机即使具有很大的送进角也不能避免剪切变形。这只有锥辊式穿孔机可以做到，从而无用的变形负载得以减少。

(17) 斯蒂弗尔穿孔机从广义上讲，它包括三种辊型：锥形辊，似乎没怎么发展，1898年的专利中就以圆盘式轧辊代替了锥形辊；圆盘式辊，叶尔莫那耶夫称在自动轧管机组上用圆坯制造直径不大的钢管($\Phi 140\text{mm}$ 以下)所需的穿孔坯时，多采用圆盘式穿孔机；桶形辊，这种辊型与曼式穿孔机相交错。

(18) 这种圆盘式轧辊的斯蒂弗尔穿孔机于1899年首先用于新成立的 Standard Seam -

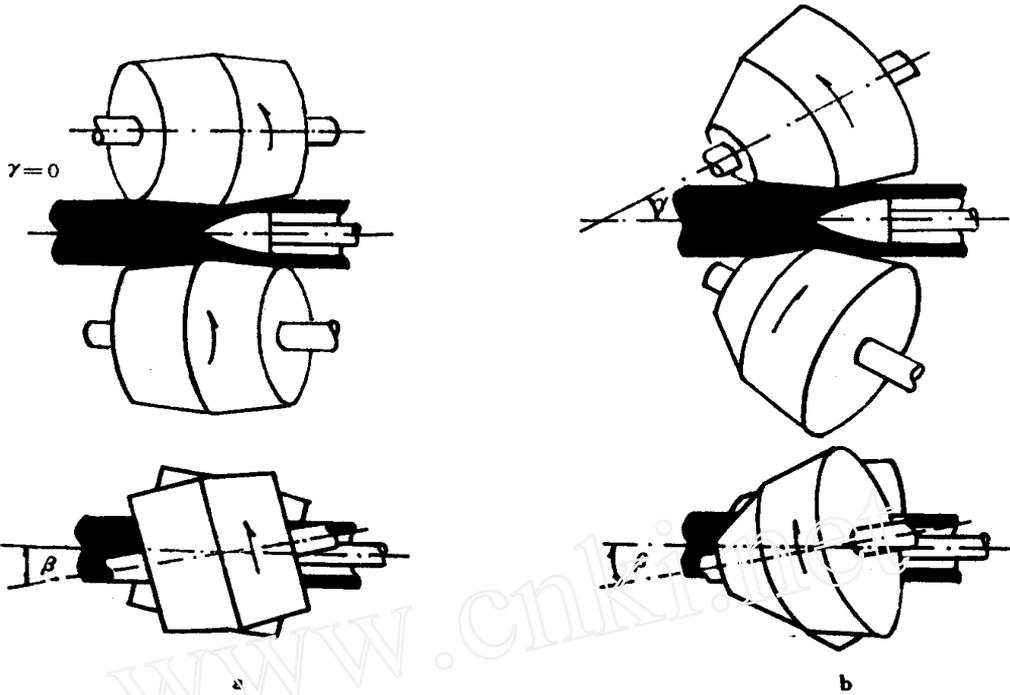


图13 桶式辊型斜轧穿孔机和锥辊式穿孔机比较

a- 桶形辊斜轧穿孔机 γ - 半锥角 β - 送进角
 b- 锥形辊穿孔机 γ - 半锥角 ($10^\circ < \gamma < 30^\circ$) β - 送进角

less Tube Co. 设备是1台由 Stiefel 设计的经过改进的锥辊式穿孔机, 采用圆盘式轧辊以代替锥形辊。

(19) J. H. Nicholson 和 R. C. Stiefel 于 1899年离开 Shelby Steel Tube Co., 随即于 1899年10月在匹兹堡组成新公司 Standard Seam less Tube Co., 在取得执照之前新厂的筹建工作已开始, 在该年年底即已准备就绪。这台圆盘式辊的穿孔机是该厂最早的1台主要设备。

(20) 曼内斯曼工艺与斯蒂弗尔工艺: 斯蒂弗尔对曼内斯曼工艺有何改进, 所获专利, 从专利许可权的角度来看二者肯定是有区别的, 从工艺技术的角度看, 其区别在于:

1) Dr Pfeiffer 和 Oberem 分别以图14示明两者的区别

2) 曼内斯曼工艺和斯蒂弗尔工艺的对比如

分析见表1

3) 文字补释

a) Dr Pfeiffer 在“Herstellung Von Rohren”一书中称: “两种斜轧工艺的区别主要在于孔型的封闭, 在曼式穿孔机中孔型由工作辊和导辊围成, 而在斯式穿孔机中则用导板围成。两者变形区主要部分均由轧辊的入口锥和扩径锥组成。”

b) Oberem 在“近15年来斜轧穿孔机的发展”一文中称: “在斜轧穿孔机中最为重要的是具有固定导板的斯蒂弗尔穿孔机, 它亦称为桶形辊穿孔机, 主要与自动轧管机、连续轧管机和三辊轧管机相配, 其主要技术特征之一是轧辊水平布置, 导板垂直布置……; 处于第二位的曼内斯曼穿孔机, 它主要与周期轧管机相配用, 它的主要技术特征之一是轧辊水平布置和有随动的上导辊。”



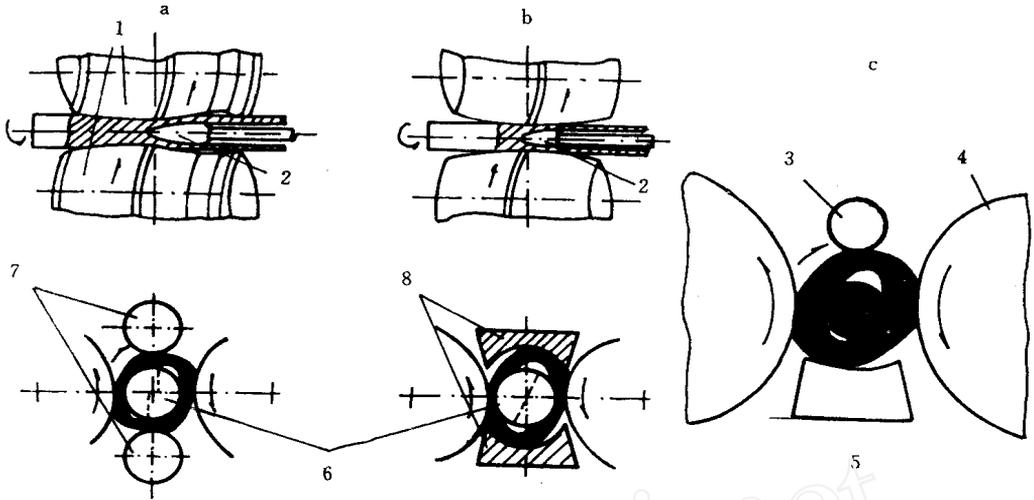


图14 曼内斯曼工艺和斯蒂弗尔工艺的区别示意

a, c- 曼内斯曼斜轧机 b- 斯蒂弗尔斜轧机

1- 轧辊 2- 顶头 3- 上辊 4- 工作辊 5- A-A 截面 6- 穿孔顶头 7- 导辊 8- 导板

表1 曼内斯曼工艺和斯蒂弗尔工艺的对比分析

轧制	导卫工具	孔型的封闭	轧制中心	相配轧管机
曼内斯曼工艺 带反锥的桶形辊	a) 上下导辊 b) 上导辊, 下导辊 c) 仅上导辊		在轧辊中心连线之上	周期轧管机
斯蒂弗尔工艺 桶形辊	上下导板		在轧辊中心线之下 或同一高度	自动轧管机 连续轧管机 三辊轧管机

注: 见 Pfeiffer 文; 见 Oberan 文; 见 Eicken 文; 见3) 文字补释。

c) Dr. Eicken 在一篇论文中明确指出: 如图15a, b 所示, 在曼内斯曼穿孔机中, 管坯的中心轴线高出两根轧辊辊轴中心线在侧面投影的交点10%~20% d , 其中 d 为管坯直径。因此, 其上设有上支持辊, 通过调整工作辊及支持辊, 可以较好地适应管坯尺寸的变更。在斯蒂弗尔穿孔机中采用桶式轧辊, 并配置上下导板, 管坯的中心轴线和两根轧辊辊轴中心线在侧面投影的交点在同一高度上, 管坯尺寸变更需调整导板, 比较麻烦。因此, 它对轧制批量较大, 管坯尺寸变更不太

频繁的钢管生产来说比较合适。

d) 苏联叶尔莫拉耶夫在《钢管车间机械设备》一书中称: 在自动轧管机组中, 穿孔机轧辊的工作部分系由两个锥形体组成; 而在周期式轧管机组中, 轧辊除有两个锥形体外, 还有用于荒管定径的凸缘, 因此, 周期式轧管机组中穿孔机轧辊的辊身长度显然要比自动轧管机组的大。为了生产直径不大的钢管而设置装有两个工作辊和上下导板的斜轧机, 在这种情况下, 辅助辊的直径很小, 这样的轧辊因其强度不够而不能采用。在自动

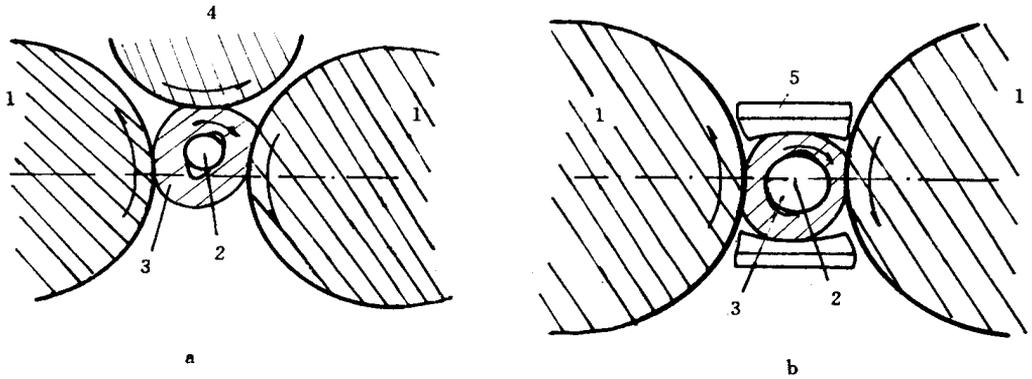


图15 曼内斯曼 (a) 和斯蒂弗尔 (b) 斜轧示意

1- 工作辊 2- 顶头前端 3- 轧件 4- 上辊 5- 导板

轧管机组的穿孔机上也装置了上下导板, 在这种情况下可以得到封闭的孔型, 因而可以生产较薄的荒管。当在斜轧机上轧制时, 所轧制的钢坯的中心线处于轧辊所在的平面内 (或较平面稍高)。在轧制中等直径钢管所用的荒管时, 可以装设上辅助辊以代替上导板, 而保留下导板。在轧制大直径钢管所用的荒管时, 可以装设上下辊以代替上下导板。

在苏联技术文献中不以曼内斯曼和斯蒂弗尔来命名斜轧穿孔机, 而以与之相配的轧管机和管坯直径大小来说明两者的区别。

(21) 本世纪20年代以前, 在锥辊式穿孔机很少实践的条件下, 根据 Babcock and Wilcox Tube Co. 的试验, 以说明 Stiefel 先生的神机妙算, 实无不可。80年代初Mannes-

mann Röhrenwerk 安装锥辊式穿孔机时采用 $2\gamma = 55.2^\circ$; 而住友海南钢管厂却采用 $2\gamma = 20^\circ$ Vorschwinckel 博士在 “Development in the field of piercing Billets for Seamless Tubemaking” 一文中, 详细地论述了现代化的锥辊式穿孔机若要取得最佳的变形条件, 半锥角 γ 和送进角 β 要配合得当。由于送进角 β 是可调的, 因此新的锥辊式穿孔机如 Tosa Daye Scisi 等钢管厂均采用较小的 γ 角, 而扩大 β 角的调整范围。由此可见, 虽然 $10^\circ < \gamma < 30^\circ$; 实际上以上四厂 (包括 Kaiman 厂) 锥辊式穿孔机均采用 $10^\circ \sim 15^\circ$ 半锥角, 但这是新技术, $2\gamma = 56.5^\circ$ 仍然是神机妙算。

(待 续)

金如崧译注

信 息

德国卡尔·德意志检测仪器厂研制成功液晶显示测厚仪

德国伍珀塔尔市的卡尔·德意志检测仪器厂研制成功一种液晶显示 (字体高度达10.2mm) 的测厚仪。该测厚仪除了适用于在实验室、生产车间、安装现场和施工工地测量钢管、有色金属管和塑料管的壁厚之外, 还可测量板材厚度。该测厚仪设有一个标准测头 (包括发射和接收, 测厚范围1.2~ 250mm), 一个高分辨率的检测头 (测厚范围0.7~ 25mm) 和一个低频检测头 (最大测厚可达400mm), 其显示分辨率为0.1mm 和 0.01mm (可根据需要转换), 超过极限值时, 发声报警。该测厚仪的重量仅为150g, 一对普通电池可工作200h。

(成都无缝钢管有限责任公司 陈云久)

